

불량소자의 검지를 위한 실시간 전송 뉴로 모듈라

*김종만, 김원섭

* 전남도립대학 컴퓨터응용전기과

A Neural Network Modularity for Real-time Detection of Bad Materials

* Jong-Man Kim, * Won-sop Kim

*Jeonnam Provincial College

Abstract : A new modular Lateral Information Propagation Networks can be implemented in a IC chip with the circuit VLSI technology for detection of bad materials. The proposed modular architecture is propagated the neural network through inter module connections. For such inter module connections, the host(computer or logic) mediates the exchange of information among modules. Also border nodes in each module have capacitors for temporarily retaining the information from outer modules. For detecting of Faulty Insulator, 4 x 4 neural network modules has been designed and simulation of interpolation with the designed networks has been done.

Key Words : modular Lateral Information Propagation Networks, detecting of Faulty Insulator, inter module connections

1. 서론

일반 전력시스템의 소실된 일부 특정한 소수의 상태들에 대한 정보에 대하여 나머지 모든 상태들에 대한 정보를 새롭게 전송하여 추정해 내는 기법이 정보보관을 사용한다. 공장부근의 매연이 많은 지역 혹은 해안에 있는 열해 지역 등에서 애자의 절연기능이 저하되어 발생하는 오손은 급속히 진행되기 때문에 이 불량애자를 검출하여 애자세정과 불량애자의 교체 등 보수처리가 급속히 요구되고 있다. 이를 위해 방전시의 잡음원 등 높은 철탁이나 전주의 송전선의 잡음을 탐지하기 위해 초음파 측정용 검출기등이 개발 사용되어 오고 있는 실정이다. 이들 검출기는 일반적으로 현수애자, 핀애자 등의 절연 노화 상황을 전로가 충전된 상태에서 검출하는 방법으로 절연봉의 앞에 피 측정 애자의 분담전압 대소를 측정하여 절연이 노화한 애자부분에의 누설 방전 전압을 찾아내는 방법이며 아울러 누설시의 한계전압 초과시 플래시오버 전압을 측정하는 방법도 불량애자의 검출 방법으로 많이 사용되고 있다. 이들 초음파 장비를 통한 측정 방법은 가까운 거리에서는 성능이 문제가 안되지만 먼거리 상에서는 불량 대상 물체가 대략 어느 근방에서 플래시 현상이 발생하고 있다는 것만 측정이 될뿐 정확한 위치 설정이 불분명한 문제가 많이 발생된다. 따라서 국내외적으로 이 문제를 해결하기 위해 위치 검출센서나 화상센서 등을 이용하여 국부적으로 연구를 하고 있으나 결과물이 빈약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기능이 불량한 애자로

인한 누설전류 발생하여 플래시 오버 사고시에 미세한 자외선이 발생할 때 이것을 비전센서가 빨리 포착하여, 햇볕이 있는 낮이나 없는 밤이나 어느때든 결함이 있는 위치를 고속 전파 신경망이론에 의해 즉시 검출토록 하는 정보전파 신경망 모듈라 시스템을 설계하여 실험을 통하여 그 하드웨어 제작 가능성을 입증하고자 한다.

2 장. 불량소자의 분석과 신경회로망(LIPN)

2.1 불량애자의 분석

송전선로는 가공 송전선과 지중송전선이 있다. 송전선로는 대지와 전선 상호간의 절연 간격을 유지하면서 전선을 철탁에서 절연하는 애자, 전선에 벼락의 직격을 방지하는 가공지선 등으로 구성된다. 전선을 철탁으로부터 전기적으로 절연하기 위하여 사용되는 애자는 다음과 같이 구비 조건이 필요하다.

- 지락사고 등 이상전압에 대해서 충분히 견딜 것
- 기계적, 전기적으로 경년 변화가 적을 것
- 습도의 변화에 잘 견딜 것

그림 2와 같은 불량애자는 절연층에 균열 등이 생겨서 절연 능력이 저하한 애자로서 애자의 특성 조건에 벗어나므로 분석하여 송전시의 문제를 차단시켜야 한다. 특히, 지지애자들은 절연물의 깨짐 등의 이상이 없고, 탈락 또는 부착부분의 풀림이 없을 조건을 고려하여 애자의 불량 여부를 판별 분석한다.

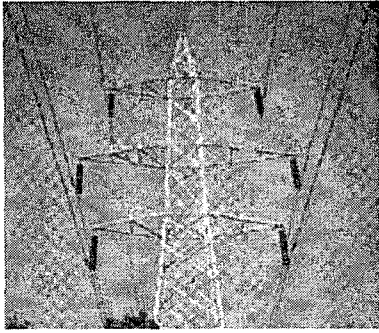


그림 1. 일반 애자의 구성 사용 예

이러한 송전선로 상의 판별 분석을 통하여 전주의 교체, 애자의 청소, 기기단자 조임, 클램프 조임 등의 작업을 수행하여 이상적인 송전기능을 위한 수시적인 안전한 활선 공사를 실시하고, 전력 손실 및 인적, 물적사고 발생이전에 매우 신속히 발견하여 불량애자검출 및 애자의 교체 등을 실시해야 한다.

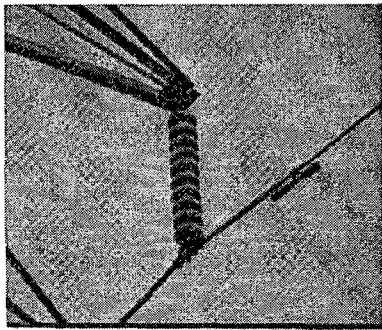


그림 2. 불량 애자

2.2 실시간 검출 가능한 신경망

산업현장의 물류시스템 등 작업환경하의 돌발 물체의 영상 데이터를 잡아 신경망 기법을 통해 실시간으로 인식하기 위해서는 비선형 영상정보 부분에 대하여 선형적인 보간기능 수행을 통해 출력을 생성시키며, 이때 연결강도도 새롭게 생성시키는 기능을 가져야 한다. 본 연구에서 제안한 정보전파 신경회로망의 연결강도는 보간을 위해서 다음과 같이 최적으로 정해지는 출력 특성을 갖는다.

- [A] 입력 있는 노드는 입력과 같은 연결강도 출력
- [B] 입력 없는 노드는 인접 노드 평균 값 출력

$$O_i = w^s(w^i I_i + \sum w^o_{i,i+l} O_{i+l}); l = \pm 1 \quad (1)$$

만일 w^o 가 w^i 보다 작고 w^s 가 w^i 의 역관계이면, 식 (1)은 식 (2)과 같다.

$$O_i \cong w^s(w^i I_i) = I_i \quad (2)$$

여기서, 노드의 w^o 는 조건 [A]를 만족시키기 위해서

는 입력이 있는 노드에 있어서 매우 작아야 한다. 또한 만일 w^o 가 w^i 보다 매우 크면, 식 (1)은 식 (3)로

$$O_i \cong w^s(\sum w^o_{i,i+l} O_{i+l}); l = \pm 1 \quad (3)$$

w^s 가 $\frac{1.0}{\sum w^o_{i,i+l}}$ 이면, 입력값이 없는 노드는 인

접노드의 연결강도의 평균값으로 보간시키게 된다. 그러므로 조건 [B]를 만족시키도록 노드의 연결강도 w^o 는 w^i 보다 훨씬 커야 한다.

따라서 프로그램 수행중 보간망은 입력값의 존재 유무에 의존하여 다른 고정된 연결강도의 값을 할당시킴으로써 새로운 연결강도 값을 생성시킨다.

3 장. 실시간 검출용 신경망 하드웨어 설계

측방향정보전파 신경회로망을 CMOS로 설계하였다. 활성화 함수는 단위 유닛함수를 사용하였으며 연결강도 w^i 와 w^o 는 모두 0.5로 설정하여 평균을 수행하도록 하였다. 또한 입출력은 전압을 사용하였으며 내부신호의 흐름은 전류를 사용하였다. 이때의 전압과 전류의 범위는 각각 [0V, 1V]와 [10.9uA, 45.1uA]였다. 전압을 전류로 변환하기 위한 전압전류 변환블록(2V1 블록)은 비대칭 differential pair를 사용하여 10.9uA의 바이어스 전류와 3.42uA/0.1V의 이득을 갖도록 설계하였다. 전류를 전압으로 변환하기 위한 전류전압 변환블록(2V2)는 저항을 사용하였다. 또한 입력값을 저장하기 위해 1pF 커패시터를 사용하였다.

3.1 측방향정보전파 신경회로망 보간블록

측방향정보전파 신경회로망 보간 블록은 입력 벡터 중 최대의 경사방향을 따라 인접한 노드값의 평균 연산을 수행하는 보간블록으로써 그림 3과 같은 구조를 갖는다. 구현의 용이함을 위해 각 방향(a,b,c,d)에 대해 평균과 차를 구한 후 차를 비교하여 최대경사방향을 구하고 해당방향의 평균을 출력하는 방식을 택하였다. Mean&diff 블록에

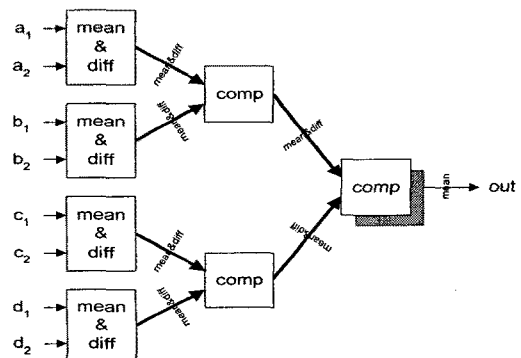


그림 3. 보간블록의 구조

서는 각 방향에 대한 평균과 차의 절대값을 연산하고 Comp 블록에서는 각 방향의 차의 절대값을 2단계에 걸쳐 비교하여 최대값을 갖는 방향의 평균을 출력한다.

보간블록의 입력이 되는 4개의 방향은 그림 4와 같다.

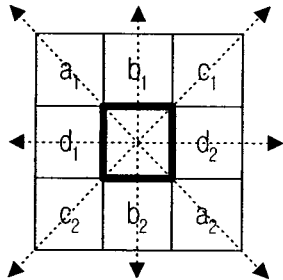


그림 4. 노드주위의 방향

Mean회로에서의 신호의 평균은 그림5와 같이 전류미러를 이용하여 구현하고 Diff 회로에서의 차의 절대값은 그림 6과 같이 구현한다.

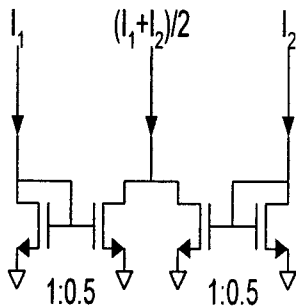


그림 5. 평균회로(Mean)

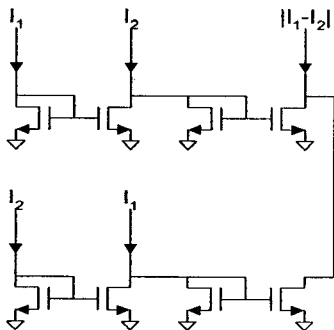


그림 6. 차의 절대값을 구하는 회로(diff)

또한 Comp블록에 사용된 비교기는 그림7과 같이 구현한다.

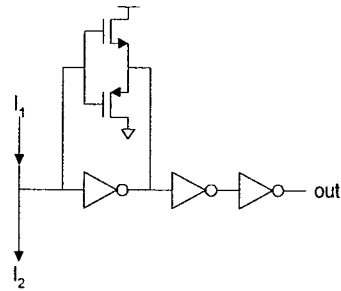


그림 7. 비교회로

4 장. 시뮬레이션

설계된 신경회로망 모듈을 4x4로 구성하여 16x16 등고선 정보를 입력하여 보간 특성을 HSPICE를 이용하여 시뮬레이션하여 결과를 관찰하였다. 사용된 MOS 모델은 IDEC MPW가 제공하는 HYUNDAI 0.8u BSIM level 13을 사용하였다. 입력정보는 10-레벨이며 초기 입력된 정보는 10.5,0이다. 그림8은 초기의 등고선 정보를 제안한 신경회로망이 보간해가는 과정을 보여준다. 시간이 지날수록 입력된 정보가 주변으로 전파되며 적절한 보간이 수행됨을 알 수 있다. 모든 노드의 상태는 23 step 진행 후에 안정되었다.



(a) 초기입력정보

(b) Step 23

그림 8. 설계된 신경회로망이 등고선 정보의 보간과정

실제 불량애자의 거리 검출실험을 위하여 설계된 신경회로망의 보간성능을 확인하기 위해 0.5,10의 3단계 레벨을 갖는 등고선정보를 입력하여 보간과정 결과 그림 9로 나타내었다. 제안한 구조는 의도했던대로의 보간결과를 보여주었으며 이 결과로 제안한 신경회로망이 더 많은 노드가 요구되는 응용에 이용될 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

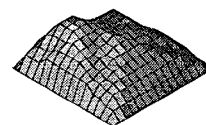


그림9. 불량애자의 거리계측을 위한 추출 거리정보 보간결과

모듈라 측방향정보전파 신경회로망을 구성하여 등고선 정보로부터 지형정보를 재생하는 시뮬레이션을 수행하였다. 제안한 측방향정보전파 신경회로망은 노드간의 상호작용에 의해 실시간 보간이 수행되는데 단일칩에는 많은 노드를 장착할 수 없는 어려움이 있었다. 본 연구에서는 4x4개의 노드를 단일칩에 장착한 모듈로 제작하고 이 모듈간에 연계가 용이한 모듈라 구조를 설계하였다. 설계된 모듈 4x4개를 상호결합시켜 16x16개의 노드를 가진 측방향정보전파 신경회로망을 구성하였다. 설계된 신경회로망의 보간성능을 확인하기 위해 0,5,10의 3단계 레벨을 갖는 등고선정보를 입력하여 보간과정을 관찰하였다. 제안한 구조는 의도했던대로의 보간결과를 보여주었으며 이 결과로 제안한 신경회로망이 더 많은 노드가 요구되는 응용에 이용될 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

[1] Cordelia Schmid, Andrew Zisserman, " Automatic Line Matching across Views ", pp. 666-671, 1997.

[2] K. Pulli and L. G. Shapiro, "Surface reconstruction and display from range and color data," *Graphical Models*. vol. 62, pp. 165-201, 2000.

[3] V. Venkateswar and R. Chellappa, "Hierarchical stereo and motion correspondence using feature groupings", *IJCV*, 1995.

[4] L. O. Chuna and L. Yang. "Cellular Neural Networks: Theory", *IEEE Trans. on Circuits and Systems*, vol. 35, pp. 1257-1272, Oct. 1988